LE CORB DES CÔTES TUNISIENNES, *SCIAENA UMBRA* (SCIAENIDAE) : CYCLE SEXUEL, ÂGE ET CROISSANCE

par

Nadia CHAKROUN-MARZOUK & Mohamed-Hédi KTARI (1)

RÉSUMÉ. - Le suivi et l'analyse statistique des valeurs moyennes des indices gonadosomatique (IGS), hépatosomatique (IHS), de condition (Ic) et de nutrition (In) indiquent que la reproduction de *Sciaena umbra* dans le golfe de Tunis s'étend de mars jusqu'en août : la maturation des gonades a lieu de mars à juin, le frai en juillet et en août, et le repos sexuel dure de septembre à mars. Lors du repos sexuel, les corbs accumulent des réserves hépatiques et, durant la maturation des gonades, leur alimentation est sensiblement réduite. Le frai provoque une baisse de l'embonpoint qui se traduit par des relations taille-poids minorantes durant la période de ponte alors qu'elles sont isométriques le reste de l'année. D'après les courbes du pourcentage d'individus matures en fonction de la taille, les longueurs standards à la première maturité pour 50% et 100% sont respectivement de 20 et 22 cm pour les mâles et de 21 et 23 cm pour les femelles. L'étude de la croissance a été réalisée par scalimétrie et le mois d'avril a été choisi comme date de formation de l'unique annulus annuel sur l'écaille. Les tailles moyennes rétrocalculées sont estimées par la méthode proportionnelle non-linéaire attribuée à Monastyrsky (*in* Francis, 1990) en choisissant l'hypothèse de la proportionnalité au corps (BPH) ; leur modélisation donne les paramètres des équations de von Bertalanffy suivants : LS_∞ = 44,8 cm, Pe_∞ = 1986,10 g, k = 0,186 /an, to = - 0,828 an pour les femelles et LS_∞ = 37,1 cm, Pe_∞ = 1166,81 g, k = 0,225 /an, to = - 0,817 an pour les mâles. Il ressort que la taille et le poids des femelles sont, à âge égal, toujours plus élevés que ceux des mâles ; ce dimorphisme sexuel s'accentue à partir de la troisième année quand le corb acquiert sa taille de première maturité sexuelle à 50%. La longueur standard maximum observée est de 41,2 cm (LT = 49,6 cm) pour les femelles et de 36,6 cm (LT = 44,4 cm) pour les mâles. L'âge maximal théorique est approximativement de 16 ans pour les femelles et de 13 ans pour les mâles.

ABSTRACT. - The Brown Meagre from Tunisian coasts, *Sciaena umbra* (Sciaenidae): Sexual cycle, age and growth.

The aim of that work was to study reproduction and growth of *Sciaena umbra,* for which the biology still remains largely unknown on its whole distribution area. Brown Meagres, caught by artisanal fishing gears and trawlers, are bought in the central market of Tunis and come from Tunis bay. Fish were sampled several times by month from September 1995 to August 1996. The whole sample comprises 227 juveniles, 343 females and 238 males, with standard lengths (SL) ranging respectively from 9 to 19.6 cm, 10.4 to 41.2 cm and 10.7 to 36.6 cm.

For the reproduction study, we have established a scale of gonad maturity using macroscopic observation; then, the percentage of mature specimens by sexes was calculated for each size class and the sizes related to 50% and 100% taken as the length at first maturity. The periods of sexual cycle were determined by analysing monthly the evolution of the gonadosomatic index (GSI). Moreover, to obtain some information on the species physiology, the hepatosomatic index (HIS), the condition factor (K) the nutrition index (NI) and the length-weight relationships were calculated for each period of the sexual cycle and statistically compared. Concerning the growth study, we have used, for the first time to our knowledge, scales to estimate the age for this species. The annulus was described in detail and photographed. The monthly evolution of marginal increment was analysed. Retrocalculated lengths were estimated by the non-linear proportional method of back-calculation attributed to Monastyrsky (*in* Francis, 1990) considering the "body proportional hypothesis" or BPH. Retrocalculated lengths were modelised taking into account the biological age (birth date on July and annulus formation on April).

Sizes (SL) related to 50% and 100% of matured individuals were, respectively, for males 20 and 22 cm and for females 21 and 23 cm. *Sciaena umbra* reproduction happens from March to August. Gonad maturation takes place from March to June; spawning occurs in July and August while sexual resting extends from September to March. During the sexual resting period, Brown Meagres accumulate hepatic lipidic reserves. Feeding is significantly reduced throughout gonads maturation. Spawning leads to a decrease of condition and this is also confirmed by the fact that length-weight relationships point out a negative allometric growth only during spawning and an isometric one during the rest of the year. Only one annulus was registered on the scale in relation to a growth break in winter, when sea temperature is low. Growth started again on spring and went on till autumn when the sea temperature raises gradually. Scalimetry allowed us to "read" the age with accuracy only for fishes below nine years old. The parameters of the fitted von Bertalanffy growth equation were LS_∞ = 44.8 cm, Pe_∞ = 1986.10 g, k = 0.186 /year, to = - 0.828 year for females and LS_∞ = 37.1 cm, Pe_∞ = 1166.81 g, k = 0.225 /year, to = - 0.817 year for males. So it was noticeable that length and weight of the females were, for the same age, always higher than the males ones. Sexual dimorphism became more pronounced from the third year when the Brown Meagre acquired approximately 50% size at first sexual maturity. The maximum standard length was 41.2 cm (TL = 49.6 cm) for the females and 36.6 cm (TL = 44.4 cm) for the males. Theoretical maximum age was approximately 16 years for the females and 13 years for the males.

Key words. - Sciaenidae - *Sciaena umbra* - MED - Tunisia - Reproduction - Growth - Scale reading.

(1) Laboratoire de Biologie animale, Faculté des Sciences de Tunis, Campus universitaire, 2092 Tunis El Manar, TUNISIE. [knn.marzouk@gnet.tn]

Cybium 2003, 27(3): 211-225.

La distribution de *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 s'étend, dans l'Atlantique Est, de la Manche au Sénégal. On trouve cette espèce dans toute la Méditerranée et, plus sporadiquement, en mer Noire et mer d'Azov (Whitehead *et al*., 1986). Au sud du bassin méditerranéen l'espèce, relativement abondante, est localement exploitée par la pêche professionnelle surtout artisanale (Chakroun *et al*., 1982 ; Fisher *et al*., 1987). Ainsi, en Tunisie, pour la période 1991 à 2000, la production moyenne annuelle est de l'ordre de 152 tonnes dont seulement 9 tonnes sont exploitées par la flottille chalutière ; de ce fait, environ 94% des prises proviennent de la pêche côtière (Anonyme, 2001). En revanche, les régions septentrionales et occidentales sont moins propices à l'épanouissement des corbs ; cependant, Harmelin (1991) signale que, depuis 1983-1985, les stocks sont en net accroissement sur les côtes méditerranéennes françaises et que cela serait probablement lié à des modifications environnementales touchant les caractéristiques physiques des masses d'eau. Néanmoins, Harmelin et Marinopoulos (1993) rapportent que *Sciaena umbra* paye un lourd tribu au développement de la chasse sous-marine et à la dégradation des fonds et ils passent en revue les facteurs probables limitant les effectifs de corbs dans les aires protégées. Ces mêmes auteurs remarquent que ce poisson grégaire est d'autant plus vulnérable qu'indolent et calme. Il n'est pas craintif et préfère les faibles profondeurs rarement supérieures à 48 mètres où il affectionne les dédales rocheux voisins des herbiers de posidonies.

En Tunisie, cette espèce a déjà fait l'objet d'une étude de parasitisme (Ktari et Chakroun, 1981), de son régime alimentaire (Chakroun et Ktari, 1981) et de son importance commerciale (Chakroun *et al*., 1982) ainsi que d'une étude biométrique (Chakroun-Marzouk et Ktari, 1989). Dans le but de fournir des éléments de base nécessaires à l'évaluation des stocks de corbs, notre présent travail vise à compléter les rares informations disponibles concernant non seulement le cycle sexuel de ce poisson gonochorique (Chakroun-Marzouk et Ktari, 1985, 1998 ; Fiorentino *et al*., 2001), mais aussi la croissance de cette espèce marine à protéger (Chauvet, 1991 ; Chakroun-Marzouk et Ktari, 2001).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les corbs, pêchés à l'aide de filets maillants, palangres ou chaluts, ont été achetés au marché central de Tunis et proviennent pour la plupart du Golfe de Tunis. Les poissons ont été échantillonnés plusieurs fois par mois, quand le matériel était disponible, de septembre 1995 à août 1996.

L'ensemble de l'échantillonnage comporte 227 poissons juvéniles, 343 femelles et 238 mâles, dont les longueurs standards s'échelonnent respectivement de 9 à 19,6 cm, de 10,4 à 41,2 cm et de 10,7 à 36,6 cm. Pour chaque individu, les poids brut (Pb) et éviscéré (Pe) du poisson ont été relevés au gramme près, les longueurs standard (LS) et totale (LT) mesurées au millimètre près, le poids du contenu stomacal (Ps), le poids des gonades (Pg) ainsi que le poids du foie (Pf) furent notés à 0,01g près. Nous avons choisi la longueur standard comme longueur de référence car la nageoire caudale du corb habituellement tronquée est souvent échancrée à arrondie chez les adultes. Pour les comparaisons, la conversion des longueurs et des poids est obtenue par les équations :

Femelles

$\log LT = 0{,}952 \log LS + 0{,}158$, r = 0,998, n = 343

$\log Pb = 1{,}010 \log Pe + 0{,}017$, r = 0,999, n = 338

Mâles

$\log LT = 0{,}959 \log LS + 0{,}148$, r = 0,998, n = 238

$\log Pb = 0{,}997 \log Pe + 0{,}041$, r = 0,999, n = 237

Le sexe fut identifié par examen macroscopique des gonades. Nous avons établi une échelle de maturation des gonades en attribuant à chaque glande génitale un stade de maturité répondant aux critères figurant dans le tableau I. La taille à la première maturité sexuelle est définie comme étant la longueur où 50% des poissons entrent en maturation (stades 2 et 3) par rapport à ceux qui ne le font pas (stade 1). Pour éviter de prendre les corbs au repos pour des poissons sexuellement inactifs les pourcentages de mâles et femelles

Tableau I. - Échelle de maturation des gonades du corb après examen macroscopique. *[Maturation scale of Brown Meagre gonads after macroscopic examination.]*

1. Repos	Gonades de petite taille. Testicules longs, fins, translucides à blanchâtres. Ovaires translucides à rosés ou jaunâtres.
2. En développement	Gonades augmentant progressivement de taille, se raffermissant jusqu'à atteindre les 3/4 de la cavité viscérale. Testicules blancs à section triangulaire. Ovaires jaune-orangé présentant des ovocytes visibles à l'œil nu.
3. Fin de maturation	Gonades remplissant toute la cavité viscérale. Testicules blanc-rose parce que richement vascularisés et bourrés de laitance qui s'écoule à la moindre incision. Ovaires très volumineux, orangés présentant des ovocytes orangés et des plages de gros ovocytes hyalins.
4. Post-ponte	Gonades diminuant de volume. Testicules encore fermes et blanc-brun. Ovaires plus ou moins vidés, flasques et de couleur rouge sombre à marron.

matures en fonction de la taille ont été évalués uniquement à partir des échantillons collectés durant la période de maturation (avril, mai, juin) moment où les poissons au repos sont rares.

Pour délimiter les différentes périodes du cycle sexuel nous avons calculé les moyennes mensuelles de l'indice gonadosomatique IGS = Pg x 100 / Pe, puis suivi ses variations. Pour appréhender la compréhension des phénomènes de la reproduction et tenter ultérieurement de proposer une modalité de croissance du corb, nous avons calculé, pour tous les poissons ayant atteint la taille de première maturité, les divers indices suivants :

- indice hépatosomatique IHS = Pf x 100 / Pe
- indice de nutrition In = Ps x 100 / Pe
- indice de condition (Ic) ou facteur relatif de condition de Le Cren (1951) Kr = Pe x 100 / aLS^b choisi car il mesure les variations de l'embonpoint d'un poisson indépendamment des variations dues à l'allométrie (Tomasini *et al.*, 1989) ; les valeurs "a" et "b" sont tirées des relations taille-poids établies par linéarisation logarithmique selon la méthode des moindres carrés.

La détermination de l'âge a été réalisée par scalimétrie pour tester la validité de cette méthode pour *Sciaena umbra* ; en effet, les écailles n'ont jamais, à notre connaissance, été utilisées pour déterminer l'âge ni pour cette espèce ni pour d'autres Sciaenidae, l'otolithométrie lui ayant toujours été préférée. Ainsi, pour chaque poisson, 6 à 10 écailles ont été prélevées toujours au même endroit sous la nageoire pectorale gauche ; nettoyées puis placées entre deux lames de verre, elles ont été observées sous une loupe binoculaire en lumière transmise. Alors, grâce à un oculaire micrométrique, ont été relevées les mesures du rayon de l'écaille (R) et des rayons (rn) des différentes marques d'arrêt de croissance prises suivant le segment de droite joignant le focus à l'extrémité antéro-latérale droite de l'écaille.

Le pourcentage de lisibilité des écailles a été évalué en rapportant le nombre d'écailles "lues" sans ambiguïté au nombre total d'écailles examinées.

La période de formation des marques d'arrêt de croissance a été évaluée par la méthode statistique classique de l'allongement marginal Am = R - rn / rn - rn-1 avec rn et rn-1 rayons du dernier et avant dernier annulus.

Nous avons calculé, pour chacun des sexes, les moyennes des longueurs standards à la capture pour chaque groupe d'âge. Les tailles moyennes rétrocalculées sont, quant à elles, déterminées par la formule $LSn = (rn / R)^a \times LS$ attribuée à Monastyrsky (*in* Francis, 1990) ; la constante "a" correspondant à la pente de la régression logLS = a log R + b.

Les couples de valeurs âge - longueur rétrocalculées sont ajustées au modèle classique de von Bertalanffy (1938) qui est généralement employé pour homogénéiser les résultats et rendre les comparaisons biogéographiques plus aisées. Les paramètres (LS_∞, k, to) de l'équation de von Bertalanffy ont été calculés en utilisant le logiciel Fishparm (Prager *et al.*, 1987).

La croissance pondérale a aussi été décrite par l'équation de von Bertalanffy $P = P_\infty (1 - e^{-k(t-to)})^b$; les paramètres k et to correspondent à ceux de l'équation de la croissance linéaire absolue ; les valeurs de "b" sont les pentes des droites moyennes des relations taille-poids ; P_∞ ou poids maximum théorique est calculé à partir de l'équation $P_\infty = a\, LS_\infty{}^b$.

Pour comparer les paramètres de croissance obtenus entre régions et en évaluer la fiabilité, nous avons employé l'indice de performance de croissance $\Phi' = \log k + 2 \log L_\infty$ (Munro et Pauly, 1983 ; Pauly et Munro, 1984).

La valeur de l'âge maximum théorique qui exprime la longévité est déterminée selon la formule $t_{max} \approx 3/k$ (Pauly, 1985) .

Enfin toutes les statistiques descriptives ont été obtenues grâce au logiciel Statview ; la comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide du test "t" de Student pour un risque de 5% ; la nature des allométries a été évaluée en comparant les pentes observées aux valeurs 3 ou 1 à l'aide d'un test "t" pour un risque de 5% (Dagnélie, 1981) et la comparaison des équations deux à deux s'est toujours faite en utilisant les tests sur les pentes (tpe) et sur les positions (tpo) pour un risque de 5% (Mayrat, 1959).

RÉSULTATS

Taille de première maturité

La connaissance de la taille de première maturité sexuelle trouve son application dans le fait qu'elle devrait être adoptée comme taille minimale des captures. Nous pouvons constater que la maturité sexuelle s'acquiert entre 18 et 22 cm pour les mâles et 17 et 23 cm pour les femelles (Tab. II). Il est en général admis que la taille à laquelle 50% des poissons sont matures est celle de première maturité sexuelle ; elle correspond à "l'âge de maturation massive" (Rikhter et Efanov, 1976) et est approximativement de 20 cm pour les corbs mâles et de 21 cm pour les femelles (Figs 1, 2). Tous les poissons de longueur standard supérieure à 22 cm pour les mâles et 23 cm pour les femelles sont matures. Nous pouvons ainsi remarquer que pour les deux sexes la maturité sexuelle est acquise, au centimètre près, à la même taille.

Indices gonadosomatique et hépatosomatique

Les courbes de variation des moyennes mensuelles de l'IGS (Fig. 3) des géniteurs mâles et femelles (stades 2, 3) sont du type unimodal : *Sciaena umbra* ne se reproduit donc qu'une seule fois dans l'année. Nous estimons que la maturation des gonades se produit d'avril à juin même si nous

Tableau II. - Distribution de fréquence des mâles et des femelles immatures et matures en fonction de la taille. *[Frequency length distribution of immature and mature males and females.]*

Mâles						Femelles					
LS	Effectif	Immature		Mature		LS	Effectif	Immature		Mature	
(cm)	Total	n	%	n	%	(cm)	Total	n	%	n	%
11 à 17	35	35	100,00	0	0,00	12 à 16	33	33	100,00	0	0,00
18	11	10	90,91	1	9,09	17	10	9	90,00	1	10,00
19	8	6	75,00	2	25,00	18	6	5	83,33	1	16,67
20	9	4	44,44	5	55,56	19	7	5	71,43	2	28,57
21	4	1	25,00	3	75,00	20	3	2	66,67	1	33,33
22	6	1	16,67	5	83,33	21	7	4	57,14	3	42,86
23 à 37	37	0	0,00	37	100,00	22	3	1	33,33	2	66,67
						23	7	1	14,29	6	85,71
						24 à 41	51	0	0,00	51	100,00

observons, chez les femelles, une diminution de l'IGS moyen dès le mois de juin ; en effet, cette baisse s'avère non significative (t = 1,027 ; p > 0,05) et nous pensons qu'elle est liée au fait que notre échantillon du mois de juin est composé de poissons d'effectif plus réduit et de plus petite taille (n = 14 ; LS_{min}-LS_{max} = 21,10-37,4 cm) que celui du mois de mai (n = 35 ; LS_{min}-LS_{max} = 20,6-41,2 cm). La période de ponte se produit essentiellement en juillet et août puis les valeurs de l'IGS se stabilisent en restant très basses de septembre à mars période du repos sexuel (Fig. 3). L'amplitude des variations de l'IGS des mâles est moindre que chez les femelles et ses valeurs toujours plus faibles. D'autre part, pendant la période de maturation, le poids moyen des gonades mâles (m = 7,55 g ; σ = 10,90 ; étendue : 0,01-61,35 g) est plus faible que celui des gonades femelles (m = 19,87 g ; σ = 39,23 ; étendue : 0,01-260,00 g). Par conséquent, l'IGS moyen des mâles (m = 1,89% ; σ = 2,00 ; étendue : 0,01-7,84%) est aussi moins élevé que celui des femelles (m = 3,19% ; σ = 3,92 ; étendue : 0,02-20,22%).

Les variations de l'IHS sont inversement corrélées aux

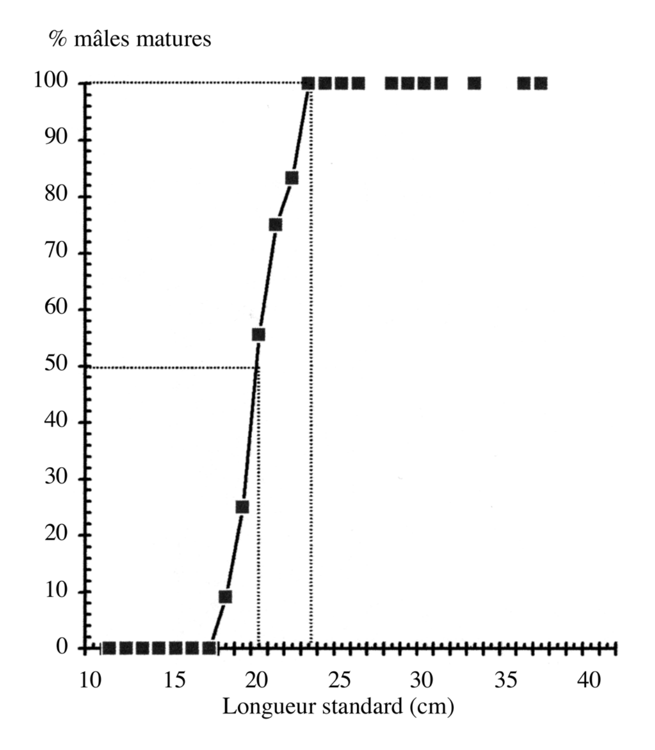


Figure 1. - Pourcentage de mâles matures en fonction de la taille (n = 110). *[Percentage of mature males in relation with length (n = 110).]*

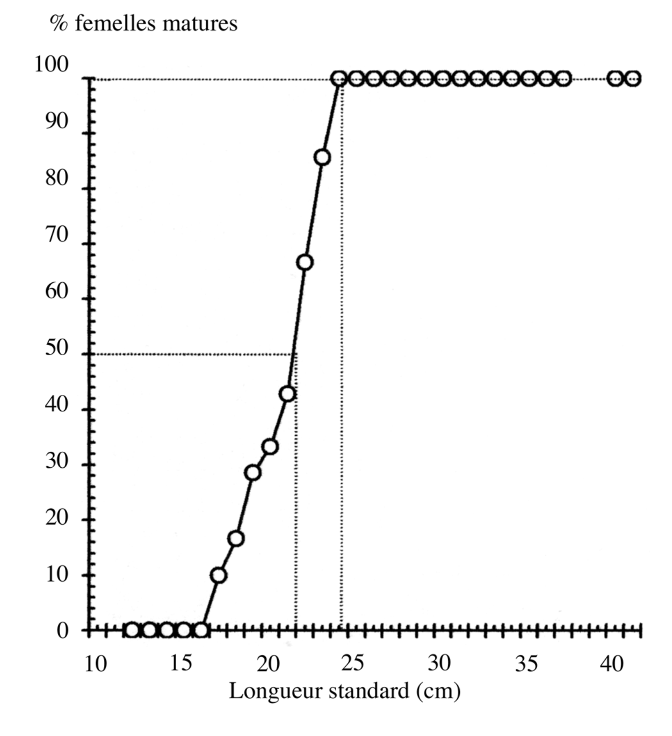


Figure 2. - Pourcentage de femelles matures en fonction de la taille (n = 127). *[Percentage of mature females in relation with length (n = 127).]*

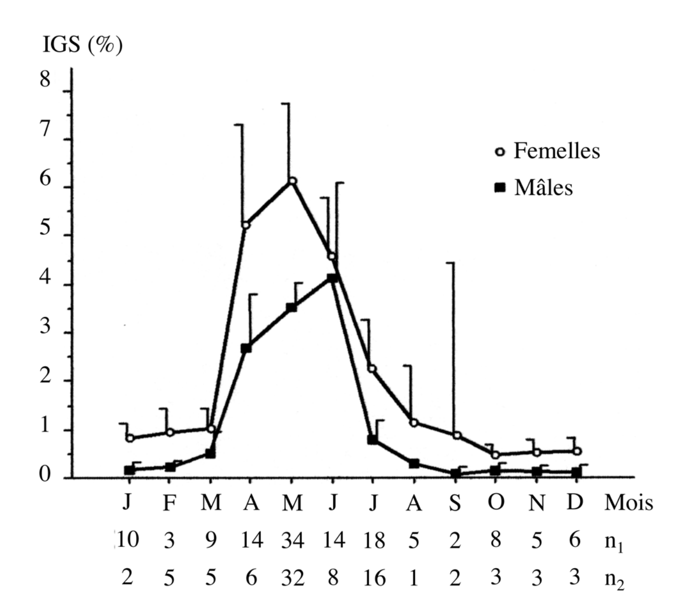


Figure 3. - Variation mensuelle de l'indice gonadosomatique (IGS) des mâles et des femelles matures. Les barres verticales représentent la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95%. n_1 : effectif des femelles ; n_2 : effectif des mâles. *[Monthly variation in gonadosomatic index (IGS) for mature males and females. Vertical bars represent the 95% confidence interval superior limit. n_1: number of females; n_2: number of males.]*

variations de l'IGS moyen sauf durant le frai (Fig. 4). Ainsi, l'IHS présente globalement des valeurs élevées lorsque les gonades sont peu développées et des valeurs plus basses durant la maturation des gonades ; en revanche l'IHS est au plus faible en juillet, pour les mâles, et en août, pour les femelles, au moment où l'IGS décroît aussi fortement. Les valeurs moyennes de l'IHS des femelles sont toujours supérieures à celles des mâles.

Relations taille-poids durant le cycle sexuel

Analysées pour chaque période du cycle sexuel et pour toute l'année, les relations taille-poids des deux sexes sont toujours isométriques sauf durant la période de ponte (Tab. III ; Fig. 5) qui est caractérisée par des pentes des relations taille-poids très significativement inférieures à 3 ($p < 0,01$ pour les mâles et $p < 0,001$ pour les femelles) ; l'allométrie est donc minorante et durant cette période la masse corporelle croît proportionnellement moins vite que la longueur.

Variations des différents indices biologiques au cours du cycle sexuel

Durant la période qui s'étale de septembre à mars, l'indice gonadosomatique moyen (IGS) est à son plus bas niveau alors que les indices hépatosomatique (IHS), de nutrition (In) et de condition (Ic) moyens sont à leur maximum (Tab. IV ; Fig. 6).

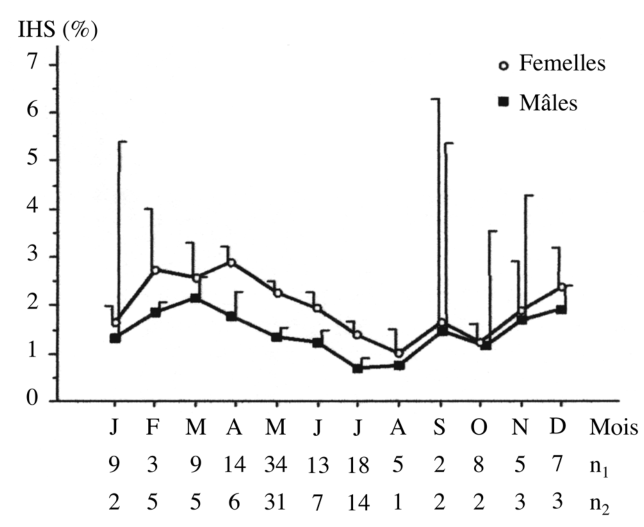


Figure 4. - Variation mensuelle de l'indice hépatosomatique (IHS) des mâles et des femelles matures. Les barres verticales représentent la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95%. n_1 : effectif des femelles ; n_2 : effectif des mâles. *[Monthly variation in hepatosomatic index (IHS) for mature males and females. Vertical bars represent the 95% confidence interval superior limit. n_1: number of females; n_2: number of males.]*

Au cours de la période qui s'étend d'avril à juin, l'indice gonadosomatique moyen plafonne ; la condition des poissons reste stable ; l'indice de nutrition moyen diminue (Tab. IV ; Fig. 6). Le poids relatif du foie diminue significativement chez les mâles (Tabs IV, V ; Fig. 6) ; pour les femelles, cette baisse significative de l'IHS n'est perceptible qu'entre les mois d'avril et mai ($t = 3,534$; $p < 0,05$).

Pendant la période du frai, de juillet à août, les indices gonadosomatique, hépatosomatique et de condition moyens chutent significativement ; en revanche l'indice de nutrition moyen s'élève (Tab. V ; Fig. 6).

Périodicité de la croissance

L'échantillon ayant servi à l'étude de l'âge se compose de 548 poissons composés de 163 juvéniles, 219 femelles et 166 mâles de tailles respectives comprises entre 9 et 19,6 cm, 10 et 41,2 cm et enfin 11 et 33 cm (Fig. 7). Les longueurs standards moyennes sont comparables pour les mâles (LS = 19,4 cm) et les femelles (LS = 19,5 cm) mais s'écartent significativement de celle des juvéniles (LS = 12,7 cm).

Sur l'écaille, la zone de croissance rapide est constituée par la succession de circuli régulièrement espacés (Fig. 8A). La zone de croissance lente n'est pas formée de circuli resserrés, comme cela est fréquemment signalé chez bon nombre d'espèces ; elle a l'apparence d'une fine ligne blanche très nette dont le contour est parallèle au bord de l'écaille (Fig. 8 A, B, C) ; cet aspect serait consécutif à un arrêt total

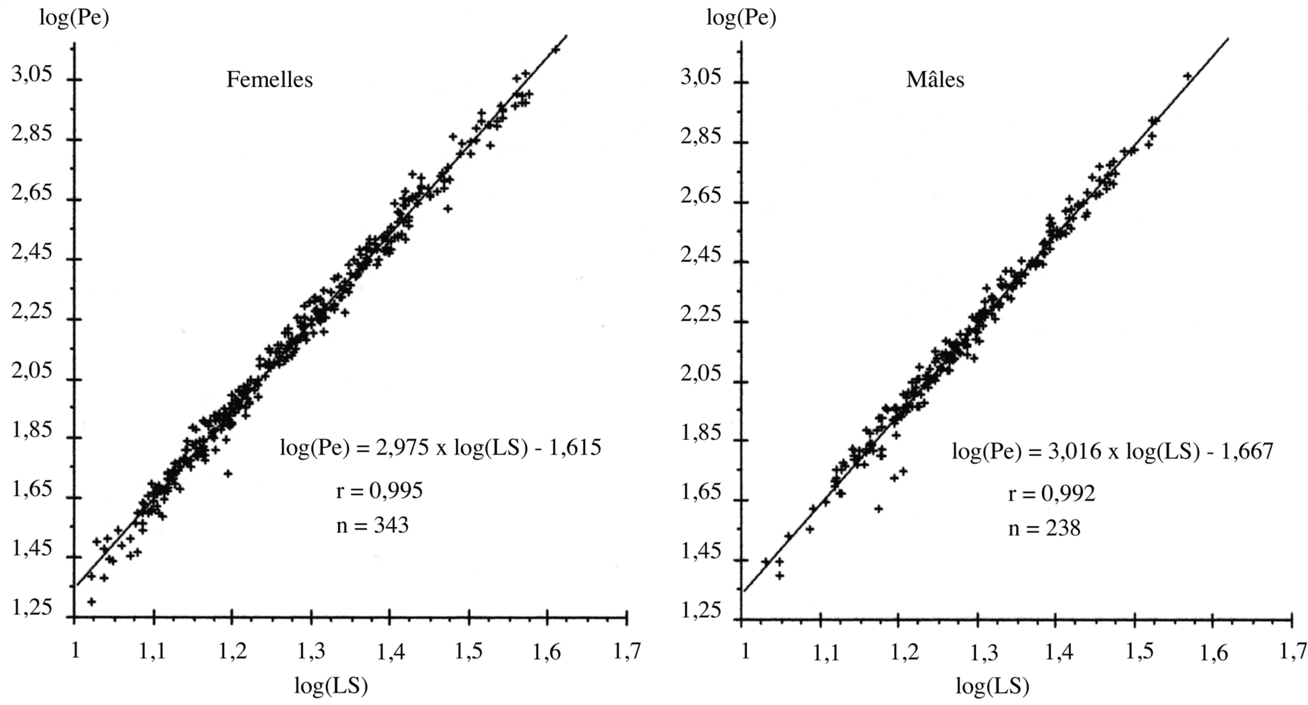


Figure 5. - Relation entre la taille (LS cm) et le poids (Pe g) pour les mâles et les femelles de *Sciaena umbra* des côtes tunisiennes. *[Length (LS cm) - weight (Pe g) relationships for* Sciaena umbra *males and females off Tunisian coasts.]*

de la croissance durant une période assez longue (Boët et Le Louarn, 1985) plutôt qu'à un ralentissement de la croissance. Cette marque est difficile à repérer sur la marge de l'écaille au moment où elle se forme et ne s'observe bien que lorsque la croissance a repris. Nous désignerons cette marque d'arrêt de croissance par le mot "annulus" en accord avec la définition qu'en donne Meunier (1988) bien que, dans la littérature, d'autres significations soient aussi attribuées à ce terme (North, 1988 ; Ombredane et Baglinière, 1992).

Nous avons pu dénombrer jusqu'à 11 annuli sur les écailles de corb. Seulement les résultats relatifs à l'étude de l'âge n'ont pu être significativement exploités que pour les poissons de moins de neuf ans ; en effet les plus vieux individus ont été écartés des ajustements en raison de la mauvaise lisibilité des écailles.

L'étude de l'allongement marginal en fonction du temps permet de déterminer la périodicité de formation des annuli sur l'écaille. Ses fluctuations étant pratiquement semblables pour les mâles et les femelles, nous avons cumulé les résultats des deux sexes en y incluant les poissons juvéniles qui ne présentent qu'un seul annulus (Fig. 9). Nous constatons que globalement ce rapport atteint ses valeurs les plus basses de février à juin et ses valeurs les plus élevées de juillet à

Tableau III. - Valeurs des paramètres des relations taille-poids (log Pe = b log LS + a) durant les périodes du cycle sexuel pour les mâles (M) et les femelles (F). S : sexe ; n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; t : valeur du test t ; Maturation: avril, mai, juin ; Ponte : juillet, août ; Repos : septembre à mars. *[Parameter values of the length-weight relationships (log Pe = b log LS + a) during each sexual cycle period for males (M) and females (F). S: sex; n: count; r: correlation coefficient; t: t test value; Maturation: April, May, June; Spawning: July, August; Resting: from September to March).]*

Période	S	b	a	n	Moyenne		Variance		r	t	Seuil de signification
					log LS	log Pe	log LS	log Pe			
Maturation	M	3,070	-1,740	101	1,297	2,241	0,014	0,130	0,990	1,588	p > 0,05
	F	2,997	-1,644	120	1,326	2,329	0,020	0,180	0,995	-0,103	p > 0,05
Ponte	M	2,907	-1,526	59	1,265	2,152	0,010	0,088	0,996	-2,689	p < 0,05
	F	2,880	-1,493	89	1,249	2,103	0,013	0,108	0,994	-3,705	p < 0,05
Repos	M	3,016	-1,665	78	1,276	2,182	0,009	0,082	0,993	0,375	p > 0,05
	F	3,001	-1,649	134	1,239	2,069	0,017	0,152	0,995	0,040	p > 0,05
Annuelle	M	3,016	-1,667	238	1,282	2,200	0,011	0,104	0,992	0,639	p > 0,05
	F	2,975	-1,615	343	1,272	2,169	0,018	0,163	0,995	-1,546	p > 0,05

Tableau IV. - Statistiques descriptives des indices gonadosomatique (IGS), hépatosomatique (IHS), de condition (Ic) et de nutrition (In) pendant les différentes périodes du cycle sexuel. Repos : septembre à mars ; Maturation : avril, mai, juin ; Ponte : juillet, août ; M : mâle ; F : femelle ; entre parenthèse : effectif ; σ : écart-type. *[Descriptive statistics of the gonadosomatic (IGS), hepatosomatic (IHS), condition (Ic) and nutrition (In) indices during the different sexual cycle periods. Resting: from September to March; Maturation: April, May, June; Spawning: July, August; M: male; F: female; between brackets: count; s: standard deviation.]*

Période	S	Moyenne IGS ± σ	Moyenne IHS ± σ	Moyenne Ic ± σ	Moyenne In ± σ
Repos	M	0,20 ± 0,22 (25)	1,85 ± 0,66 (24)	2,31 ± 0,19 (25)	1,61 ± 0,72 (25)
	F	0,74 ± 0,42 (49)	1,98 ± 0,82 (49)	2,25 ± 0,18 (50)	1,77 ± 1,52 (49)
Maturation	M	3,39 ± 1,72 (50)	1,38 ± 0,44 (48)	2,31 ± 0,17 (50)	1,03 ± 0,77 (50)
	F	5,49 ± 4,06 (63)	2,29 ± 0,70 (63)	2,26 ± 0,23 (65)	1,32 ± 0,79 (64)
Ponte	M	0,66 ± 0,71 (20)	0,70 ± 0,26 (18)	2,22 ± 0,03 (21)	1,24 ± 0,95 (18)
	F	1,78 ± 1,92 (26)	1,29 ± 0,50 (26)	2,18 ± 0,04 (26)	1,71 ± 0,871 (24)

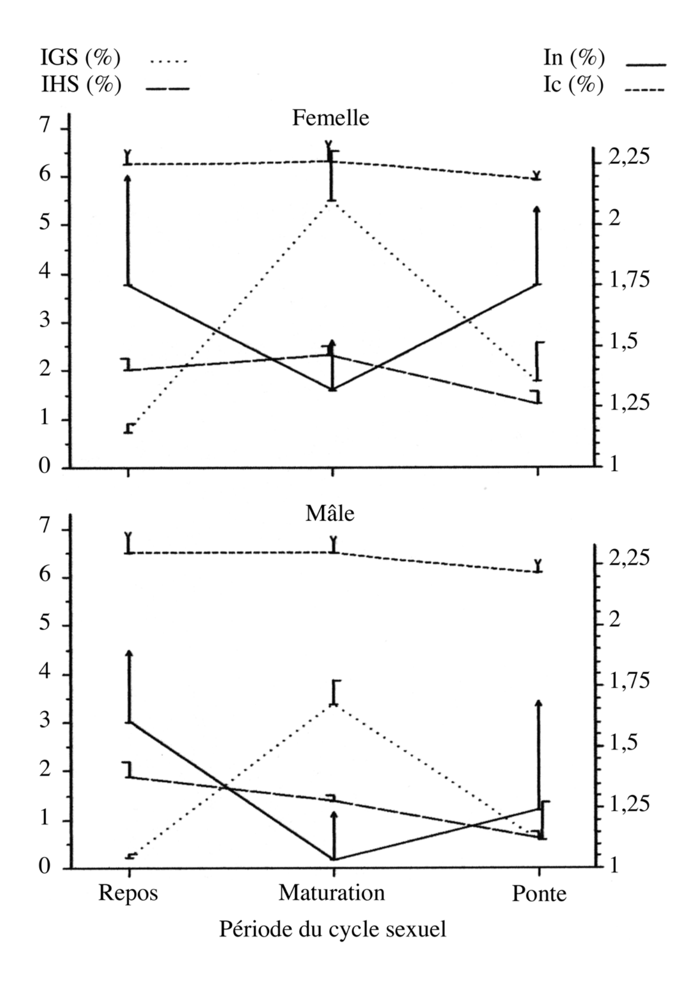


Figure 6. - Variation périodique moyenne des indices gonadosomatique (IGS), hépatosomatique (IHS), de condition (Ic) et de nutrition (In) au cours du cycle sexuel chez les corbs mâles et femelles matures. Les barres verticales représentent la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95%. Repos: septembre à mars; Maturation: avril, mai, juin; Ponte: juillet, août. *[Mean periodical variation of the gonadosomatic (IGS), hepatosomatic (IHS), condition (Ic) and nutrition (In) indices during the sexual cycle of the Brown Meagre mature males and females. Vertical bars represent the 95% confidence interval superior limit. Resting: from September to March; Maturation: April, May, June; Spawning: July, August.]*

janvier. Nous relevons aussi que les écailles des juvéniles présentant un seul annulus très proche du bord de l'écaille sont plus fréquentes durant les mois de mai, juin et juillet (Fig. 9) signe que la croissance a repris depuis peu. Par ailleurs, cette première marque d'arrêt de croissance qu'on trouve invariablement chez les juvéniles et les adultes, toujours à la même distance moyenne du focus de l'écaille, ne peut en aucun cas être attribuée à la ponte puisque observée chez des poissons qui ne se reproduisent pas encore.

Relation taille du poisson - rayon de l'écaille et rétrocalcul des tailles

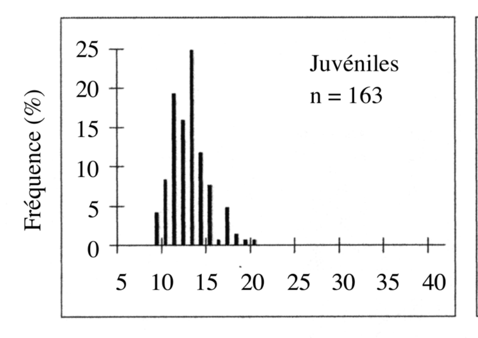
La relation taille du poisson - rayon de l'écaille n'est pas linéaire (F calculé = 401,07 > $F_{0,05}$; avec u_1 = 572 et u_2 = 14 degrés de liberté). Nous avons donc exprimé, pour chaque sexe, les relations taille du poisson - rayon de l'écaille sous leur forme logarithmique ; comme celles-ci s'avèrent confondues (tpe = 0,001 et tpo = 0,020 ; p > 0,05) nous avons donc regroupés les sexes en y incluant aussi les juvéniles. La relation générale taille du poisson - rayon de l'écaille est alors décrite par la fonction :

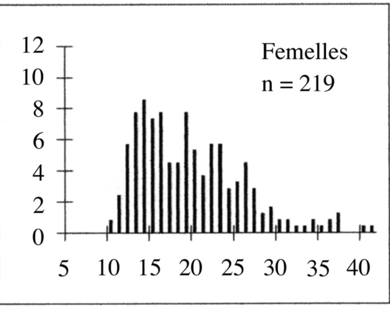
log LS = 0,830 log R + 0,805 avec n = 588, r = 0,960

Pour le choix de la méthode de rétrocalcul nous n'avons

Tableau V. - Valeurs du test "t" de Student pour les indices gonadosomatique (IGS), hépatosomatique (IHS), de condition (Ic) et de nutrition (In). Re : Repos : septembre à mars ; Ma : Maturation : avril, mai, juin ; Po : Ponte : juillet, août ; * : test significatif pour un seuil de probabilité de 5 %. *[Student's t test values for the gonadosomatic (IGS), hepatosomatic (IHS), condition (Ic) and nutrition (In) indices. Re: Resting: from September to March; Ma: Maturation: April, May, June; Po: Spawning: July, August; * : test significant for a probability level of 5 %.]*

		Test "t"			
Période	S	IGS	IHS	Ic	In
Re - Ma	M	-9,283*	3,632*	0,016	3,160*
	F	-9,221*	-2,132*	0,260	0,744
Ma- Po	M	6,909*	6,233*	3,431*	0,931
	F	4,472*	6,712*	2,582*	2,002*
Po - Re	M	3,121*	-7,045*	-2,248*	1,481
	F	3,671*	-3,970*	-2,473*	0,066





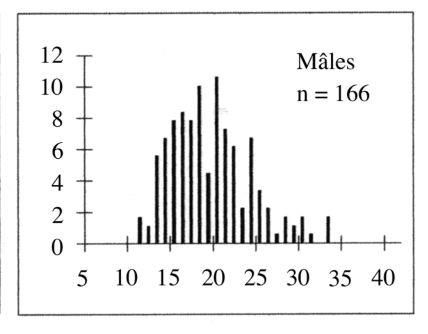


Figure 7. - Distribution de fréquence des longueurs des corbs utilisés pour l'étude scalimétrique. *[Length frequency distribution of the Brown Meagre used in the scale-reading method.]*

pas utilisé la méthode dite "par régression", qui consiste à appliquer la relation précédente sans tenir compte de la taille de l'écaille ni de la longueur du poisson à la capture. En effet, comme l'affirme Francis (1990), avec cette méthode il y a non seulement perte d'information mais encore obtention, pour chaque poisson pris individuellement, de longueurs rétrocalculées plus grandes que la taille du poisson à la capture. Nous lui avons préféré la méthode dite "proportionnelle" qui tient compte de la déviation de chaque couple (LS, R) de la relation moyenne LS = f(R). Ainsi, dans les tableaux VI et VII, à côté des tailles moyennes à la capture, qui correspondent aux classes d'âge définies par le nombre d'anneaux hivernaux, sont consignées les longueurs rétrocalculées moyennes relatives à l'âge biologique. Nous pouvons principalement remarquer que les tailles moyennes rétrocalculées sont toujours plus élevées chez les femelles ; cependant, l'écart entre les tailles moyennes rétrocalculées des deux sexes, ne devient significatif qu'à partir de LS_3 (1,4 cm) en augmentant progressivement jusqu'à LS_9 (6,8 cm).

Modélisation de la croissance en longueur et en poids

Nous avons choisi d'utiliser les longueurs standards rétrocalculées pour modéliser la croissance, plutôt que les tailles moyennes à la capture pour chaque groupe d'âge, car la méthode de rétrocalcul des tailles permet de multiplier le nombre de couples de données âge-longueur (Marinaro, 1991) et que les tailles rétrocalculées correspondent à l'âge biologique des poissons (Krug, 1989).

Ainsi, en considérant comme date de naissance du corb la mi-juillet et en choisissant la mi-avril comme date de reprise de la croissance (Figs 8, 9) après l'arrêt hivernal, nous avons admis qu'à l'apparition du premier annulus le poisson a 9 mois, à la formation du second annulus 21 mois, au troisième 33 mois, etc. Nous avons couplé ces âges aux tailles rétrocalculées individuelles ce qui nous a permis, grâce à l'emploi du logiciel Fishparm (Prager *et al.*, 1987), d'obtenir les paramètres des équations de von Bertalanffy, consignés dans le tableau VIII, ainsi que les courbes de croissance résultantes (Fig. 10). Les coefficients de corrélation des deux équations sont élevés et très voisins de 1. Nous remarquons aussi que les femelles ont des longueurs et des poids asymptotiques plus élevés que ceux des mâles alors qu'en revanche la valeur du paramètre de courbure k est supérieure chez les mâles.

Pour faciliter l'analyse des résultats et ultérieurement les comparaisons nous avons calculé, à partir des équations de von Bertalanffy, les tailles et les poids correspondant à 1 an, 2 ans, 3 ans, etc. (Tab. IX).

Nous constatons que les valeurs des tailles et poids modélisés aux différents âges sont toujours plus grandes chez les femelles et que l'écart se creuse notamment à partir de la troisième année. En effet, les femelles dépassent les mâles de 1,4 cm et 45,5 g à la fin des trois premières années, de 3,1 cm et 184,1 g au bout de six ans et enfin de 4,6 cm et 357,7 g à la neuvième année.

Les taux de croissance annuels en longueur (TCL cm/an) et en poids (TCP g/an) sont toujours supérieurs chez les femelles ; les premiers décroissent en fonction de l'âge alors que les seconds augmentent jusqu'à 6 ans pour les femelles et jusqu'à 5 ans pour les mâles puis diminuent par la suite (Tab. IX).

Les femelles et les mâles atteignent respectivement 34,3% et 37,7% de leur taille maximum adulte durant la première année de leur vie ; ce pourcentage diminue ensuite de 14,4 à 3,9% chez les femelles (2 à 9 ans) et de 15,1 à 3,1% chez les mâles (2 à 9 ans). En revanche le taux de croissance pondéral est minimum durant la première année (4,2% pour les femelles et 5,3% pour les mâles) ; il augmente ensuite atteignant une valeur maximum de 13,9% chez les femelles et de 14,1% chez les mâles aux âges respectifs de 6 et 5 ans.

Figure 8. - Écailles sous-pectorales de *Sciaena umbra*. **A**: Agrandissement d'une portion d'écaille à un annulus détaillant la marque d'arrêt de croissance; juvénile capturé en mai (LS = 12,2 cm). **B**: Écaille à un annulus éloigné du bord de l'écaille; mâle capturé en juillet (LS = 13,9 cm). **C**: Portion d'écaille à cinq annuli; femelle capturée en mai (LS = 29,5 cm). Les flèches indiquent les lignes d'arrêt de croissance. La barre représente 1 mm. *[Scales from behind the pectoral fin of* Sciaena umbra. ***A**: Magnification detailing the growth breaking mark in one annulus scale; juvenile caught in May (LS = 12,2 cm). **B**: Scale with one annulus far from the edge; male caught in July (LS = 13,9 cm). **C**: Scale part with five annuli; female caught in May (LS = 29,5 cm). The restlines are indicated by arrows. Scale bar = 1 mm.]*

DISCUSSION

Estimation et validation de l'âge

Dans la majeure partie des travaux consacrés aux Sciaenidae, ce sont les otolithes qui ont été utilisés pour les études de croissance (Bayagbona, 1966 ; Troadec, 1971 ; Barger, 1985 ; Chauvet, 1991). Il faut dire que toutes les espèces de cette famille se distinguent par la grandeur très exceptionnelle de leur sagitta ainsi que par sa structure particulière qui sert par ailleurs à la diagnose des Sciaenidae (Trewavas, 1977 ; Nolf et Taverne, 1977 ; Desse et Desse-Berset, 1999). Cette concrétion calcaire d'aragonite particulièrement épaisse rend la lecture de l'âge difficile ; c'est pourquoi les auteurs ont mis au point des techniques de sections transversales ou obliques de ces tissus minéralisés suivies d'un brûlage (Poinsard et Troadec, 1966 ; Barger, 1985), d'une impression sur feuille d'acétate (Le Guen, 1976) ou d'une coloration (Arneri *et al.*, 1998). Ces techniques complexes et non encore routinières rendent la lecture des otolithes laborieuse (Everson, 1980 ; Levi, 1982 ; Campana et Nielson, 1985) ; aussi comme le remarque Brothers (1987) l'otolithométrie nécessite "some level of subjective decision beyond careful technique or sophisticated instrumentation" ; son emploi se justifie surtout pour l'étude des Sciaenidés des régions tropicales chez lesquels les autres pièces squelettiques se sont révélées illisibles. En revanche, pour les poissons des régions tempérées, à saisons bien marquées, les rythmes de croissance lente et rapide sont généralement bien enregistrés non seulement

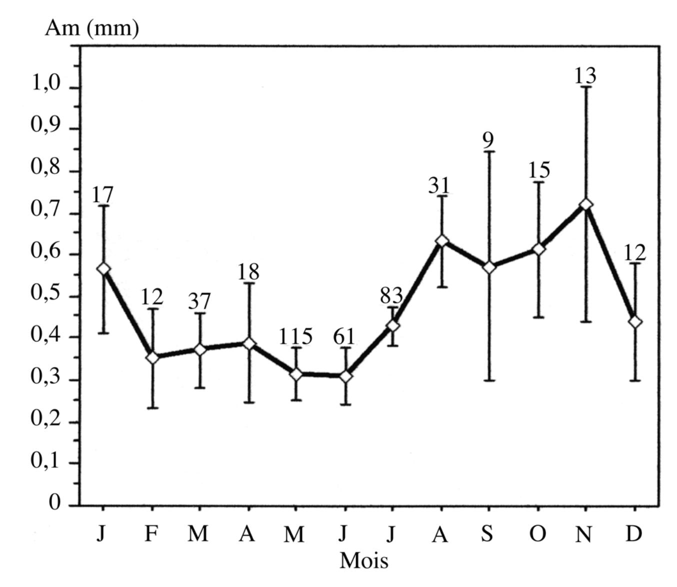


Figure 9. - Variation mensuelle de l'allongement marginal (Am) des mâles, des femelles et des juvéniles. Les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 95 % avec au-dessus les effectifs. *[Monthly variation in marginal increment (Am) of males, females and juveniles. Vertical bars represent the 95% confidence interval limit with the number of observations above.]*

Classe d'âge	Effectif	LS à la capture	Longueurs rétrocalculées moyennes (cm)								
			LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LS8	LS9
1+	51	15,12 ± 0,53	11,38								
2+	47	18,27 ± 0,60	11,21	16,40							
3+	33	21,58 ± 0,79	10,60	16,77	20,30						
4+	18	23,66 ± 0,92	10,41	16,16	19,68	22,62					
5+	5	28,04 ± 3,78	11,05	18,02	21,94	24,70	27,18				
6+	5	28,82 ± 1,36	9,09	16,69	21,14	24,19	26,03	27,62			
7+	1	33,00 ± 0,00	10,12	16,09	20,50	25,11	27,99	30,22	31,76		
8+	1	33,00 ± 0,00	,	14,56	21,06	24,15	26,74	29,70	31,36	32,59	
9+	1	33,30 ± 0,00	12,21	18,04	23,49	25,69	27,84	29,97	30,81	32,06	32,89
LS rétrocalculée moyenne			10,98 ± 0,25	16,55 ± 0,31	20,39 ± 0,49	23,44 ± 0,72	26,82 ± 1,11	28,50 ± 1,40	31,31 ± 1,20	32,32 ± 3,38	32,89 ± 0,00
Effectif			161	111	64	31	13	8	3	2	1

Tableau VI. - Longueurs standards moyennes rétrocalculées des mâles à la formation de chaque annulus. *[Retrocalculated mean standard lengths of males at each annulus formation.]*

Classe d'âge	Effectif	LS à la capture	Longueurs rétrocalculées moyennes (cm)								
			LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LS8	LS9
1+	66	15,30 ± 0,48	11,59								
2+	45	19,27 ± 0,70	10,81	17,33							
3+	34	22,88 ± 0,82	11,18	17,73	21,32						
4+	20	25,99 ± 0,87	11,02	17,19	21,23	24,54					
5+	10	26,30 ± 1,26	10,26	16,59	20,66	23,24	25,35				
6+	6	31,52 ± 4,32	10,92	18,45	23,08	26,24	28,35	30,37			
7+	5	35,38 ± 1,65	13,90	20,02	25,09	28,14	30,32	32,45	34,45		
8+	2	36,35 ± 0,00	10,26	17,83	25,96	29,08	30,96	32,95	34,63	36,02	
9+	1	40,40 ± 0,00	12,63	20,32	25,71	30,11	33,64	35,70	37,09	38,47	39,68
LS rétrocalculée moyenne			11,23 ± 0,27	17,55 ± 0,38	21,76 ± 0,58	25,22 ± 0,88	27,95 ± 1,50	31,87 ± 1,97	34,82 ± 2,31	36,84 ± 0,00	39,68 ± 0,00
Effectif			189	123	78	44	24	14	8	3	1

Tableau VII. - Longueurs standards moyennes rétrocalculées des femelles à la formation de chaque annulus. *[Retrocalculated mean standard lengths of females at each annulus formation.]*

sur les otolithes mais aussi sur les écailles. Nous avons utilisé la scalimétrie pour déterminer l'âge des corbs de Tunisie en raison de la grande facilité de prélèvement et de préparation des écailles mais surtout pour leur relative facilité de lecture ; en effet les pourcentages de lisibilité sont de 71,81 pour les juvéniles, 63,85 pour les femelles et 69,75

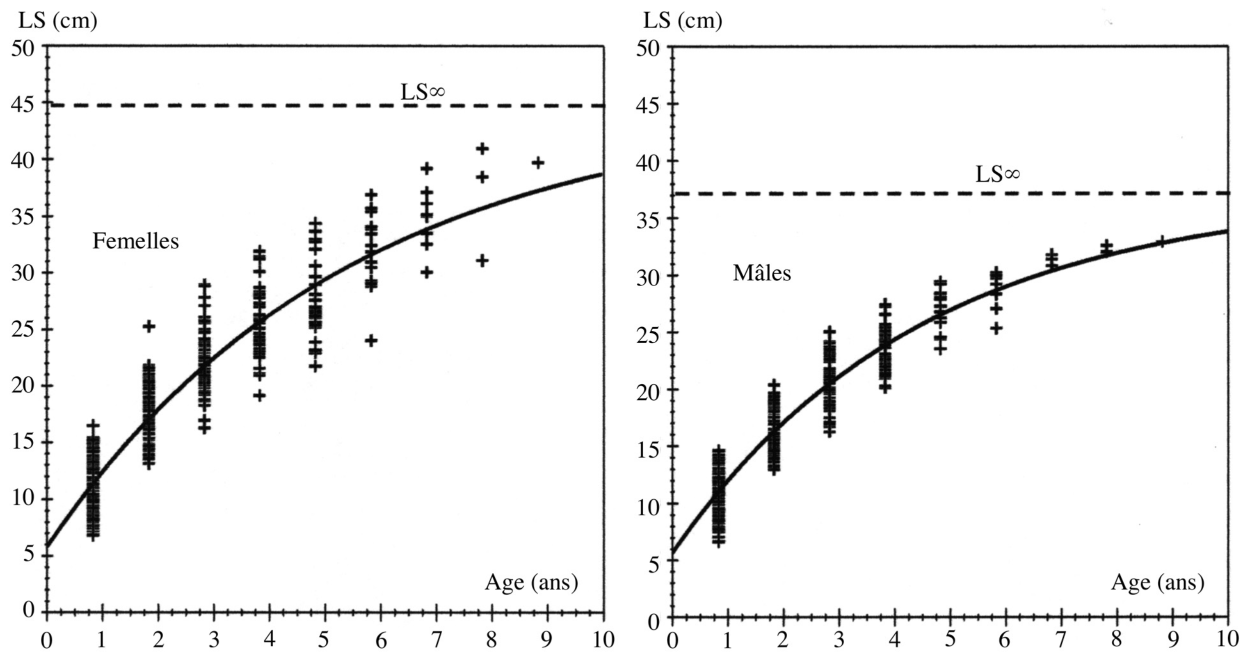


Figure 10. - Croissance linéaire de *Sciaena umbra*. *[Linear growth of* Sciaena umbra.*]*

Tableau VIII. - Paramètres théoriques de la croissance du corb. n : effectif ; r : cofficient de corrélation ; LS_∞: longueur standard asymptotique ; Pe_∞ : poids asymptotique ; k : coefficient de croissance ; to : âge théorique à la taille zéro ; entre parenthèse : erreur standard asymptotique. *[Theoretical growth parameters of the Brown Meagre. n : count; r: correlation coefficient; LS_∞: asymptotic standard length; Pe_∞: asymptotic weight; k: growth coefficient; to: theoretical age at zero size; between brackets: asymptotic standard error.]*

					Paramètres			
Sexes	n	r	LS moyen	t moyen	LS_∞ (cm)	k (/an)	to (an)	Pe_∞ (g)
Femelles	484	0,941	17,84	2,101	44,83	0,186	-0,828	1986,10
					(2,45)	(0,020)	(0,088)	
Mâles	394	0,952	16,25	1,928	37,13	0,225	-0,817	1166,81
					(1,59)	(0,020)	(0,079)	

Tableau IX. - Longueurs et poids modélisés des mâles et des femelles en fonction de l'âge. TCL et TCP : respectivement taux de croissance en longueur et en poids. *[Mean modelised lengths and weights of males and females in relation with age. TCL and TCP: length and weight growth rates, respectively.]*

		Âge (an)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Femelles	LS (cm)	12,9	18,3	22,8	26,6	29,7	32,2	34,4	36,1	37,6
	TCL (cm/an)	12,9	5,4	4,5	3,7	3,1	2,6	2,1	1,8	1,5
	TCL (%)	34,3	14,4	12,0	9,9	8,2	6,8	5,7	4,7	3,9
	Pe (g)	49,1	139,0	266,9	418,8	581,6	744,9	901,5	1047,1	1179,2
	TCP (g/an)	49,1	89,9	127,9	151,9	162,8	163,3	156,7	145,6	132,1
	TCP (%)	4,2	7,6	10,8	12,9	13,8	13,8	13,3	12,3	11,2
Mâles	LS (cm)	12,5	17,5	21,4	24,6	27,1	29,1	30,8	32,0	33,1
	TCL (cm/an)	12,5	5,0	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0
	TCL (%)	37,7	15,0	12,0	9,6	7,7	6,1	4,9	3,9	3,1
	Pe (g)	43,3	119,3	221,4	335,8	451,4	560,7	659,8	746,8	821,5
	TCP (g/an)	43,3	75,9	102,2	114,4	115,5	109,3	99,0	87,0	74,7
	TCP (%)	5,3	9,2	12,4	13,9	14,1	13,3	12,1	10,6	9,1

pour les mâles soit 67,82% pour l'ensemble de l'échantillon. Néanmoins, nous avons été confrontés à des complications courantes dans l'interprétation de la lecture de l'âge par les écailles ; par exemple, certains annuli ne s'inscrivent pas systématiquement sur l'écaille ; par ailleurs, nous avons décelé, sur bon nombre d'écailles, la présence inexpliquée de marques surnuméraires ; il peut aussi y avoir dédoublement éventuel des annuli ou encore un resserrement des marques d'arrêt de croissance dans les grandes écailles qui complique la distinction entre annulus simple ou annuli dédoublés ; dans cette dernière éventualité, l'estimation de l'âge par scalimétrie devient particulièrement difficile en particulier chez les vieux poissons car leur croissance est très lente. Pour toutes ces raisons, nous n'avons tenu compte, au risque de diminuer les effectifs, que des écailles sans équivoque présentant des annuli régulièrement espacés sous forme de très fines mais nettes lignes d'arrêt de croissance épousant la courbure de la bordure écailleuse.

De février à juin, les faibles valeurs moyennes de l'allongement marginal indiquent que l'annulus est tout proche du bord de l'écaille et donc que la croissance vient de reprendre. Nous constatons ainsi que la période de formation de l'annulus sur l'écaille est assez étalée ; ceci pourrait être dû au fait que tous les spécimens ne reprendraient pas leur croissance au même moment et que ce décalage serait fonction de l'âge des poissons ; cette hypothèse n'a pu être significativement vérifiée en raison du faible effectif mensuel disponible pour chaque groupe d'âge. Nous avons, pour les calculs concernant la croissance, admis le mois d'avril comme période d'apparition de cet anneau. De juillet à novembre, les valeurs moyennes plus élevées de l'allongement marginal signalent un annulus de plus en plus éloigné de la marge de l'écaille ; il s'agit vraisemblablement de la période de forte croissance. Par ailleurs, même si nous n'observons pas vraiment de palier caractéristique d'une stabilisation de la croissance durant les mois de décembre et janvier, il est raisonnable de penser que c'est durant la saison hivernale, quand les eaux se refroidissent, qu'a lieu l'arrêt de croissance. En effet, il est généralement admis que, dans les zones tempérées, les périodes de faible et de forte croissance, qui alternent sur les écailles, sont sous la dépendance des variations saisonnières de la température de l'eau (Wassef et El Emary, 1989 ; Fabré et Saint-Paul, 1998). Pour conclure, notre étude montre qu'un seul anneau par an se forme sur les écailles du corb.

Écobiologie de la reproduction et de la croissance

L'analyse des fluctuations des indices gonadosomatique, hépatosomatique, de condition et de nutrition en fonction des périodes du cycle sexuel, menée conjointement avec l'étude des variations de l'allongement marginal en fonction du temps, nous permet de mieux connaître la biologie de *Sciaena umbra*. De novembre à mars les corbs sont au repos sexuel. Ils s'alimentent activement avec une nette préférence pour les crustacés (Chakroun-Marzouk et Ktari, 1981 ; Fabi *et al*., 1998) et ils stockent les graisses au niveau du foie. Leur condition est bonne et, durant cette période de basses températures (13,5 à 14,1°C d'après Azouz, 1973), les poissons se contentent principalement de grossir. Par ailleurs, en avril, mai et juin les gonades des corbs acquièrent progressivement leur maturité. Les poissons délaissent la nourriture et ils commencent à puiser dans leurs réserves hépatiques pour leurs besoins énergétiques. Leur condition se maintient et, durant cette période, à la faveur de températures plus clémentes avoisinant 16°C d'après Azouz (1973), la croissance reprend. Enfin, de juillet à août *Sciaena umbra* émet ses gamètes. Le corb a épuisé ses réserves hépatiques et la condition est au plus bas, comme cela est corroboré par l'allométrie minorante des relations taille-poids. Cependant, les pertes énergétiques sont compensées par une reprise de l'alimentation. Au cours de cette période de hautes températures (22 à 23°C en surface avec apparition d'une thermocline, entre -20 et -50 mètres, qui fait chuter la température à 17,5°C d'après Azouz, 1973) les poissons reprennent leur croissance jusqu'au mois de novembre.

Croissance et paramètres théoriques

La comparaison de nos résultats avec ceux de Chauvet (1991), portant également sur la croissance du corb en Tunisie du nord, s'avère délicate pour plusieurs raisons. Nous pensons, en effet, qu'il y a des différences dans la composition en âge et les effectifs des échantillonnages respectifs. Ainsi, Chauvet, dont les échantillonnages ont été réalisés en plongée sous marine, capture une quantité plus importante de grands poissons. En revanche, pour ce qui nous concerne, l'approvisionnement se faisant dans les marchés locaux, il y a surtout récolte de petits et moyens spécimens, les grands corbs étant plus rares. Par ailleurs, des méthodes différentes ont été utilisées pour estimer les paramètres de l'équation de von Bertalanffy et Chauvet a considéré que chaque anneau d'hiver matérialise une unité de temps alors que nous avons effectué nos calculs en utilisant l'âge biologique. De plus, la lecture de l'âge a été faite par scalimétrie pour ce qui nous concerne mais par otolithométrie pour Chauvet. Soulignons qu'en l'absence d'éléments mathématiques nécessaires à une comparaison statistique l'analyse des données ne peut être que graphique.

D'après Sparre et Venema (1996), lorsqu'on confronte différents jeux de paramètres il ne faut pas comparer les paramètres un à un. C'est pourquoi, certains auteurs préconisent la comparaison d'indices de performance de croissance en combinant plusieurs paramètres de l'équation de von Bertalanffy (Munro et Pauly, 1983 ; Pauly et Munro, 1984 ; Chauvet, 1988 ; Mann et Buxton, 1998). Le "test phi prime", qui présente des valeurs très semblables à l'intérieur

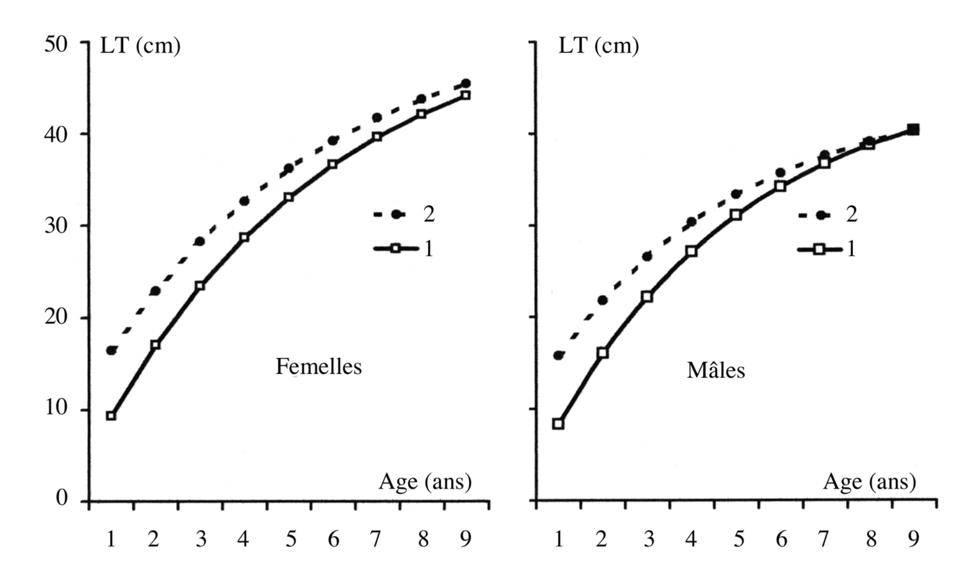


Figure 11. - Courbes de croissance linéaire des corbs sur les côtes nord tunisiennes d'après Chauvet (1991) (1) et le présent travail (2). *[Linear growth curves of the Brown Meagre on the Northern Tunisian coasts from Chauvet (1991) (1) and the present work (2).]*

de taxa voisins, s'avère le meilleur indice de performance de croissance globale en ce sens qu'il présente une variance minimale (Moreau *et al.*, 1986). Les valeurs de cet indice qui sont Φ' = 2,730 pour les femelles et Φ' = 2,659 pour les mâles sont très proches de celles qui ont été calculées à partir des données de Chauvet (1991), à savoir respectivement Φ' = 2,742 et Φ' = 2,689. Toutefois, il faut souligner que, malgré un Φ' équivalent, les deux courbes de croissance estimées s'avèrent différentes comme nous pouvons le remarquer sur la figure 11 (nos longueurs standards modélisées y ayant été converties en longueurs totales pour permettre la comparaison). Nous pouvons ainsi observer que les tailles aux différents âges, sont toujours supérieures à celles qui ont été mentionnées par Chauvet (1991) et que les écarts particulièrement importants pour les jeunes individus se réduisent sensiblement jusqu'à devenir insignifiants pour les plus vieux. Ces différences ne sont pas surprenantes si on considère les nombreuses réserves déjà évoquées précédemment ; elles peuvent aussi être dues à une divergence dans l'interprétation des pièces dures ou encore à un développement différent des populations en rapport avec des conditions de milieu variables. Cependant, il faut convenir que nos résultats rejoignent ceux de Chauvet sur bien des points. Ainsi, l'étude de la croissance absolue nous a permis de déceler des différences appréciables entre les mâles et les femelles avec une meilleure performance pour ces dernières. Nous sommes aussi d'accord pour constater que les écarts s'amplifient à partir de la troisième année qui est approximativement la date où les poissons atteignent leur taille de première maturité sexuelle. Nous trouvons en concordance que la longueur asymptotique des femelles est plus élevée que celle des mâles. De même, le paramètre de courbure (k) des mâles est supérieur à celui des femelles et ses faibles valeurs traduisent que *Sciaena umbra* est un poisson à croissance lente.

Longévité

La scalimétrie nous a permis d'estimer l'âge des corbs jusqu'à 9 ans. Pour les plus vieux individus, le comptage des marques d'arrêt de croissance est plus difficile en raison du tassement des annuli sur les écailles. De plus, le nombre de grands poissons n'est pas suffisant pour que les résultats puissent être pris en compte avec fiabilité. Le calcul de l'âge maximum théorique (t_{max}) donne cependant une estimation de la longévité de *Sciaena umbra,* avec 16, 13 ans pour les femelles et 13, 33 ans pour les mâles. Les tailles maximales théoriques, relatives aux âges maximaux, obtenues à partir des formules de von Bertalanffy, s'avèrent équivalentes aux tailles maximales observées. Ces dernières sont LT = 44,4 cm (LS = 36,6 cm) pour les mâles et LT = 49,6 cm (LS = 41,2 cm) pour les femelles ; elles sont très voisines de celles qui ont été trouvées par Fiorentino *et al.* (2001) dans les eaux maltaises soit approximativement LT = 45 cm pour les mâles et LT = 49 cm pour les femelles. Chauvet (1991) rapporte que le plus grand spécimen, capturé en Tunisie du nord, est une femelle de longueur totale égale à 55 cm. Chauvet (1991) et Fiorentino *et al.* (2001) signalent respectivement des longévités maximales de 21 et 26 ans. En France, dans le parc national de Port-Cros, Harmelin et Marinopoulos (1993) relèvent une taille maximale de 40 à 45 cm. En Adriatique de l'est, Dulcic et Kraljevic (1996) indiquent une longueur totale maximale de 41,2 cm.

CONCLUSION

La détermination de l'âge par les écailles est facile pour les jeunes corbs chez lesquels les annuli sont discernables, mais elle semble plus délicate pour les individus plus âgés. Cette constatation demande cependant à être vérifiée par un échantillonnage plus important en "vieux" poissons. L'otolithométrie, systématiquement utilisée pour étudier la croissance des Sciaenidae, semble mieux adaptée pour la détermination de l'âge des plus grands spécimens. Quoi qu'il en soit, une même estimation de l'âge obtenue grâce à deux organes calcifiés différents ne démontre pas la justesse de cette estimation mais seulement que l'interprétation des structures observées est la même (Baillon, 1992). Ce qui est essentiel dans toute étude de détermination de l'âge est de valider la périodicité des marques saisonnières et de vérifier qu'elle est également valable pour les poissons les plus âgés.

Remerciements. - Les auteurs remercient les arbitres anonymes qui, par leurs commentaires et suggestions, ont fortement contribué à l'amélioration de cet article.

RÉFÉRENCES

ANONYME, 2001. - Annuaires statistiques des produits de la pêche en Tunisie de 1991 à 2000. Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture du Ministère de l'Agriculture à Tunis.

ARNERI E., COLLELA S. & G. GIANNETTI, 1998. - A method for the age determination of two mediterranean Sciaenids, *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758) and *Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 366-367.

AZOUZ A., 1973. - Les fonds chalutables de la région nord de la Tunisie. 1. Cadre physique et biocoenoses benthiques. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche. Salammbô*, 2(4): 473-559.

BAILLON N., 1992. - Otolithométrie: revue et problèmes. *In:* Tissus durs et Age individuel des Vertébrés. Colloque national, Bondy, France (Baglinière J.L., Castanet J., Conand F. & F.J. Meunier, eds), pp. 21-52. Colloques et séminaires ORSTOM-INRA.

BARGER L.E., 1985. - Age and growth of atlantic croakers in the northern gulf of Mexico, based on otolith sections. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 114: 847-850.

BAYAGBONA E.O., 1966. - Age determination and the Bertalanffy parameters of *Pseudotolithus typus* and *P. senegalensis* using the "burnt otolith technique". *In:* Actes du Symposium sur l'Océanographie et les Ressources halieutiques de l'Atlantique tropical, Abidjan Côte d'Ivoire. Rapport de synthèse et communications, pp. 349-359.

BERTALANFFY L. von, 1938. - A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws). *Hum. Biol.*, 10(2): 181-213.

BOËT P. & H. LE LOUARN, 1985. - La croissance du poisson. Techniques d'étude. *In:* Gestion piscicole des Lacs et Retenues artificielles (Gerdeaux D. & R. Billard, eds), pp. 125-142. Paris: INRA.

BROTHERS E.B., 1987. - Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies. *In:* The Age and Growth of Fish (Summerfelt R.C. & G.E. Hall, eds), pp. 319-330. Ames, Iowa: The Iowa State Univ. Press.

CAMPANA S.E. & J.D. NIELSON, 1985. - Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 1014-1032.

CHAKROUN N. & M.H. KTARI, 1981. - Régime alimentaire des Sciaenidae (Poissons Téléostéens) du golfe de Tunis. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 8: 69-80.

CHAKROUN-MARZOUK N. & M.H. KTARI, 1985. - Reproduction de l'ombrine: *Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758) et du corb: *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 (Poissons, Téléostéens, Sciaenidae) dans le golfe de Tunis (Tunisie). *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 12: 63-78.

CHAKROUN-MARZOUK N. & M.H. KTARI, 1989. - Contribution à l'étude des caractères morphométriques de quatre espèces de Sciaenidae (Poissons Téléostéens) du golfe de Tunis. *Rev. Fac. Sci. Tunis*, 4: 3-28.

CHAKROUN-MARZOUK N. & M.H. KTARI, 1998. - Cycle reproducteur et relations taille-poids chez *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 des côtes tunisiennes. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 398-399.

CHAKROUN-MARZOUK N. & M.H. KTARI, 2001. - Age et croissance du corb méditerranéen (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) des côtes tunisiennes. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 252.

CHAKROUN N., KTARI M.H. & M.N. KAMOUN, 1982. - Production des Sciaenidae (poissons,Téléostéens) des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 9: 121-126.

CHAUVET C., 1988. - Étude de la croissance du mérou *Epinephelus guaza* (Linné, 1758) des côtes tunisiennes. *Aquat. Living Resour.*, 1: 277-288.

CHAUVET C., 1991. - Le corb ou brown meagre (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758). Quelques éléments de sa biologie. *In:* Les Espèces marines à Protéger en Méditerranée (Boudouresque C.F, Avon M. & V. Gravez, éds), pp. 229-235. GIS Posidonie publs.

DAGNÉLIE P., 1981. - Théories et Méthodes Statistiques, Vol. 1 et 2: 378 p. et 463 p. Les presses Agronomiques de Gembloux.

DESSE J. & N. DESSE-BERSET, 1999. - Un grand Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) du genre *Megalonibea* présent sur la côte du Balouchistan pakistanais? *Cybium*, 23(4): 345-352.

DULCIC J. & M. KRALJEVIC, 1996. - Weight-length relationship for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fish. Res.*, 28(3): 243-251.

EVERSON I., 1980. - Méthodes de détermination de l'âge chez les poissons antarctiques. *Cybium*, 3(11): 41-59.

FABI G., PANFILI M. & A. SPAGNOLO, 1998. - Note on feeding of *Sciaena umbra* L. (Osteichthyes: Sciaenidae) in the central adriatic sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 35: 426-427.

FABRÉ N.N & U. SAINT-PAUL, 1998. - Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central Amazonian anastomid *Scizodon fasciatus*. *J. Fish Biol.*, 53: 1-11.

FIORENTINO F., CAMILLERI M., BONO G., GANCITANO S., GIUSTO G.B., RAGONESE S., RIZZO P. & B. ROSSO, 2001. - On a spawning aggregation of the brown meagre *Sciaena umbra* L., 1758 (Sciaenidae, Osteichthyes) in the maltese waters (Sicilian Channel-Central Mediterranean). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 266.

FISHER W., BAUCHOT M.L. & M. SCHNEIDER, 1987. - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Vertébrés, FAO, Rome, pp. 761-1530.

FRANCIS R.I.C.C., 1990. - Back-calculation of fish length: A critical review. *J. Fish Biol*., 36: 883-902.

HARMELIN J.G., 1991. - Statut du corb (*Sciaena umbra*) en Méditerranée. *In:* Les Espèces marines à protéger en Méditerranée (Boudouresque C.F, Avon M. & V. Gravez, éds), pp. 219-227. GIS Posidonie publ.

HARMELIN J.G. & J. MARINOPOULOS, 1993. - Recensement de la population de corbs (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758: Pisces) du parc national de Port-Cros (Méditerranée, France) par inventaires visuels. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, Fr.*, 15: 265-276.

KRUG H.M., 1989. - The azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) (Teleostei: Sparidae): Age and growth. *Cybium*, 13(4): 347-355.

KTARI M.H. & N. CHAKROUN, 1981. - *Lernaeenicus vorax* Richiardi, 1877 copépode parasite de Sciaenidés du golfe de Tunis (Tunisie). *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 58(1-2): 43-49.

LE CREN E.D., 1951. - The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol*., 20(2): 201-219.

LE GUEN J.C., 1976. - Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Sciaenidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr*, 14(4): 331-338.

LEVI D., 1982. - Problèmes d'échantillonnage, méthodes de prélèvement, de conservation, de préparation, et de montage des parties osseuses, et techniques de lecture utilisées pour déterminer l'âge des poissons. *In:* Rapport de la Consultation technique sur les Méthodologies utilisées dans la Lecture de l'Âge des Poissons. Montpellier, France. *FAO Rapp. Pêches*, 257: 35-46.

MANN B.Q. & C.D. BUXTON, 1998. - The reproductive biology of *Diplodus sargus capensis* and *D. cervinus hottentotus* (Sparidae) off the south-east cape coast, South Africa. *Cybium*, 22(1): 31-47.

MARINARO J.Y., 1991. - Croissance de la sole de sable *Solea (Pegusa) theophila* (Poisson - Soléidés) sur la côte du Roussillon (France). *Vie Milieu*, 41(2/3): 141-151.

MAYRAT A., 1959. - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forskål). *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, A, 21(1): 21-59.

MEUNIER F.J., 1988. - Détermination de l'âge individuel chez les ostéichthyens à l'aide de la squelettochronologie: historique et méthodologies. *Acta Oecol., Oecol. Gener.* 9(3): 299-329.

MOREAU J., BAMBINO C. & D. PAULY, 1986. - Indices of overall growth performance of 100 *Tilapia* (Cichlidae) populations. *J. Fish. Biol*., 24: 201-206.

MUNRO J.L. & D. PAULY, 1983. - A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1: 5-6.

NOLF D. & L. TAVERNE, 1977. - Contribution à l'étude des otolithes des poissons. V. L'origine des Sciaenidae (Teleostei, Perciformes). *Biol. Jb. Dodonaea*, 45: 150-161.

NORTH A.W., 1988. - Age of antartic fish: Validation of the timing of annuli formation in otoliths and scales. *Cybium*, 12(2): 107-114.

OMBREDANE D. & G.L. BAGLINIERE, 1992. - Les écailles et leurs utilisations en écologie halieutique *In:* Tissus durs et Age individuel des Vertébrés. Colloque national, Bondy, France, (Baglinière J.L., Castanet J., Conand F. & F.J. Meunier, eds), pp: 151-192. Colloques et séminaires ORSTOM-INRA.

PAULY D., 1985. - Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*, (234): 1-56.

PAULY D. & J.L. MUNRO, 1984. - Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 21.

POINSARD F. & J.P. TROADEC, 1966. - Détermination de l'âge par la lecture des otolithes chez deux espèces de Sciaenidés ouest africains (*Pseudotolithus senegalensis* C.V. et *Pseudotolithus typus* Blkr.). *J. Cons. Inter. Explor. Mer*, 30(3): 291-307.

PRAGER M.H., SAILA S.B. & C.W. RECKSIEK, 1987. - Fishparm a microcomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Old Dominion University Research Foundation. *Tech. Rep*., 87-10: 1-37.

RIKHTER V.A. & V.N. EFANOV, 1976. - On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc*., 76/VI/8: 1-12.

SPARRE P. & S.C. VENEMA, 1996. - Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie: Manuel. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 306(1): 1-401.

TOMASINI J.A., BOUCHEREAU J.L. & A. BENSAHLA TALET, 1989. - Reproduction et condition chez la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) des côtes oranaises (Algérie). *Cybium*, 13(1): 37-50.

TREWAVAS E., 1977. - The sciaenid fishes (croakers or drums) of the Indo-West-Pacific. *Trans. Zool. Soc. Lond*., 33(4): 253-541.

TROADEC J.P., 1971. - Biologie et dynamique d'un Sciaenidae ouest-africain *Pseudotolithus senegalensis (V). Doc. Scient. ORSTOM*, 2(3): 1-225.

WASSEF E. & H. EL EMARY, 1989. - Contribution to the biology of bass, *Dicentrarchus labrax* L. in the Egyptian mediterranean waters off Alexandria. *Cybium*, 13(4): 327-345.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J. & E. TORTONESE, 1986. - Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II. pp. 517-1007. Paris: UNESCO.

Reçu le 22 mars 2001.
Accepté pour publication le 02 mai 2003.